

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-107748
(P2001-107748A)

(43) 公開日 平成13年4月17日 (2001.4.17)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード [*] (参考) |
|---------------------------|------|---------|-------------------------|
| F 0 2 C | 7/18 | F 0 2 C | C |
| | 7/08 | | B |
| F 2 3 R | 3/30 | F 2 3 R | |

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-286470

(22) 出願日 平成11年10月7日 (1999.10.7)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 伊東 弘行

神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地

株式会社東芝京浜事業所内

(72) 発明者 山中 矢

神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地

株式会社東芝京浜事業所内

(74) 代理人 100083161

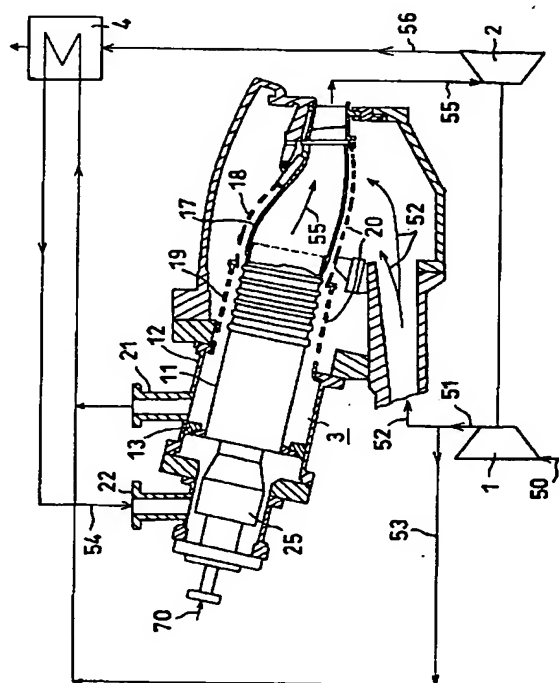
弁理士 外川 英明

(54) 【発明の名称】 ガスタービンプラント

(57) 【要約】

【課題】 ガスタービンの排気と圧縮空気を再生器にて熱交換することにより、ガスタービンの排熱を回収する再生サイクルのガスタービンの燃焼器において、燃焼器ライナや燃料供給部を効果的に冷却する。

【解決手段】 圧縮空気の少なくとも一部を、燃焼器尾筒17および燃焼器ライナ11、燃料・空気予混合部の冷却用空気として用い、この、冷却後の冷却用空気を再生器4に導き、ガスタービン排気と熱交換を行なった後、燃焼用空気として用いる。これにより、従来再生器を通過した後の高温の空気を利用して冷却していた燃焼器ライナや、燃料・空気予混合部を圧縮空気で冷却出来るので効果的な冷却が可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 空気を吸入し圧縮する圧縮機と、前記圧縮機により得られた圧縮空気を導き燃料と共に燃焼し高温ガスを得る燃焼器と、前記高温ガスの流れによって駆動されるタービンと、前記圧縮空気を前記燃焼器へ導く前に前記タービンからの排気ガスと熱交換することで前記燃焼器へ供給する前記圧縮空気の温度を上昇させる再生器を備えた再生サイクルのガスタービンプラントにおいて、前記燃焼器は、ケーシングと、前記ケーシング内に順に接続されて設けられた、燃料供給部、燃焼器ライナ、および燃焼器尾筒を有し、前記ケーシングと、前記燃料供給部、前記燃焼器ライナおよび前記燃焼器尾筒との間に形成される空間に、前記燃焼器尾筒および前記燃焼器ライナの冷却のための通路を備え、この通路に前記圧縮機より吐出された空気の少なくとも一部が導かれて前記燃焼器ライナおよび前記燃焼器尾筒を冷却し、その後前記燃焼用空気として燃焼に供されることを特徴とするガスタービンプラント。

【請求項2】 請求項1に記載のガスタービンプラントにおいて、前記圧縮機より吐出された空気の一部は直接に前記再生器へと導かれ、前記圧縮機より吐出した空気の残部は前記燃焼器尾筒および前記燃焼器ライナを冷却した後に前記再生器へと導かれ、前記再生器において熱交換を行った後に燃焼に供されることを特徴としたガスタービンプラント。

【請求項3】 請求項1に記載のガスタービンプラントにおいて、前記圧縮空気の全量が前記燃焼器ライナおよび前記燃焼器尾筒の冷却に用いられた後に、前記再生器にて熱交換を行い、その後燃焼用空気として用いられることを特徴とするガスタービンプラント。

【請求項4】 請求項1に記載のガスタービンプラントにおいて、前記燃料供給部には燃料・空気予混合部が設けられており、前記燃焼器尾筒および前記燃焼器ライナを冷却した空気を、さらに前記燃料供給部の燃料・空気予混合部の冷却に用いた後に燃焼用空気として用いることを特徴とするガスタービンプラント。

【請求項5】 空気を吸入し圧縮する圧縮機と、前記圧縮機により得られた圧縮空気を導き燃料と共に燃焼し高温ガスを得る燃焼器と、前記高温ガスの流れによって駆動されるタービンと、前記圧縮空気を前記燃焼器へ導く前に前記タービンからの排気ガスと熱交換することで前記燃焼器へ供給する前記圧縮空気の温度を上昇させる再生器を備えた再生サイクルのガスタービンプラントにおいて、前記燃焼器は、ケーシングと、前記ケーシング内に順に接続されて設けられた、燃料供給部、燃焼器ライナ、および燃焼器尾筒を有し、前記ケーシングと、前記燃料供給部、前記燃焼器ライナおよび前記燃焼器尾筒との間に形成される空間を、前記燃料供給部と前記燃焼器ライナの接続部近傍において前記燃焼器ライナ側の第1の空間と前記燃料供給部側の第2の空間に分離する隔壁

を設け、前記第1の空間に、前記圧縮機より吐出された空気のうちの少なくとも一部を前記燃焼器ライナおよび前記燃焼器尾筒の冷却用空気として導き、前記燃焼器ライナおよび前記燃焼器尾筒の冷却後に前記冷却用空気を抽気し前記再生器へと送り、前記第2の空間に前記再生器にて熱交換を行った燃焼用空気を供給することを特徴とするガスタービンプラント。

【請求項6】 空気を吸入し圧縮する圧縮機と、前記圧縮機により得られた圧縮空気を導き燃料と共に燃焼し高温ガスを得る燃焼器と、前記高温ガスの流れによって駆動されるタービンと、前記圧縮空気を前記燃焼器へ導く前に前記タービンからの排気ガスと熱交換することで前記燃焼器へ供給する前記圧縮空気の温度を上昇させる再生器を備えた再生サイクルのガスタービンプラントにおいて、前記燃焼器は、ケーシングと、前記ケーシング内に順に接続されて設けられた、燃料供給部、燃焼器ライナ、および燃焼器尾筒を有し、前記ケーシングと、前記燃料供給部、前記燃焼器ライナおよび前記燃焼器尾筒との間に形成される空間を、前記燃料供給部の端部近傍において分離する隔壁を設け、これにより形成された、前記燃料供給部および前記燃焼器ライナ側の第1の空間には、前記燃料供給部、前記燃焼器ライナおよび前記燃焼器尾筒の冷却用空気として、前記圧縮機より吐出された空気のうちの少なくとも一部を導き、前記燃焼器ライナおよび燃焼器尾筒の冷却後に前記冷却用空気を抽気し前記再生器へと送り、前記ケーシングと前記隔壁により形成され、燃焼用空気を供給する第2の空間には前記再生器にて熱交換を行った燃焼用空気を導くことを特徴とするガスタービンプラント。

【請求項7】 空気を吸入し圧縮する圧縮機と、前記圧縮機により得られた圧縮空気を導き燃料と共に燃焼し高温ガスを得る燃焼器と、前記高温ガスの流れによって駆動されるタービンと、前記圧縮空気を前記燃焼器へ導く前に前記タービンからの排気ガスと熱交換することで前記燃焼器へ供給する前記圧縮空気の温度を上昇させる再生器を備えた再生サイクルのガスタービンプラントにおいて、前記燃焼器は、ケーシングと、前記ケーシング内に順に接続されて設けられた、燃料供給部、燃焼器ライナ、および燃焼器尾筒を有し、前記ケーシングと、前記燃料供給部、前記燃焼器ライナおよび前記燃焼器尾筒との間に形成される空間を、前記燃料供給部の端部近傍に設けた第1の隔壁と、前記燃料供給部と前記燃焼器ライナとの接続部近傍に設けた第2の隔壁により、前記燃焼器ライナおよび前記燃焼器尾筒の周囲に形成される第1の空間と、前記燃料供給部周囲に形成される第2の空間と、前記ケーシングと前記第2の隔壁により形成され、燃焼用空気を供給する第3の空間に分離し、前記第1の空間に、前記圧縮機に吸入された空気のうちの少なくとも一部を前記燃焼器ライナおよび前記燃焼器尾筒を冷却する空気として導き、冷却後の空気を抽気し前記再生器

へと送り、前記第2の空間に、前記圧縮機より吐出された空気のうち少なくとも一部を前記燃料供給部を冷却する空気として導入し、冷却後の空気を抽気し前記再生器へと送り、前記第3の空間には前記再生器にて熱交換を行った燃焼用空気を供給することを特徴とするガスタービンプラント。

【請求項8】 請求項7に記載のガスタービンプラントにおいて、前記燃料供給部には燃料と燃焼用空気とを混合する燃料・空気予混合部が設けられており、前記第2の空間に導かれた冷却用空気を用いて、前記燃料供給部の前記燃料・空気予混合部を冷却することを特徴とするガスタービンプラント。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、燃焼用空気を予熱する再生サイクルのガスタービンプラントに関する。

【0002】

【従来の技術】 ガスタービンプラントは、圧縮機とガスタービンの間に燃焼器を複数個組み込み、これらの燃焼器に圧縮機からの圧縮空気を導き、燃料を添加して燃焼させる。そして、燃焼により発生した高温の燃焼ガスをガスタービンに送り、タービン軸を回転させることにより動力を得る。

【0003】 このようなガスタービンプラントの熱効率を向上させるひとつの手段として、ガスタービンの排気と圧縮空気を再生器にて熱交換することにより、ガスタービンの排熱を回収する再生サイクルを構成する方法がある。

【0004】 最近、このような再生サイクルのガスタービンプラントのシステム構成についての提案が数多くなされている。例えば、特開平4-76205号公報に示されているものは、複合サイクル発電プラントにおいて、ガスタービンから排熱回収ボイラへ流れる排ガスと圧縮機から送り出された高圧空気との間で熱交換を行ない、プラントの熱効率を向上させるものである。また、特開平7-63069号公報に記載の装置は、圧縮空気および再生器出口空気を抽気、混合して最適な圧力、温度および流量の圧縮空気をガスタービンのブレードおよびロータ等への冷却空気として利用することを特徴としている。

【0005】 さらに、特開平9-329335号公報では、再生サイクルのガスタービンプラントにおいて、圧縮空気の再生器への送り出しと再生器から燃焼器の戻し機構に関して、空気流の流動分布を一様化し、燃焼器尾筒を効果的に冷却する構成が示されている。図3はこの構成を示した図であり、図示しない圧縮機にて圧縮された圧縮空気は室26へ供給され、燃焼器尾筒8および中間尾筒7を冷却し、送気管32にて再生器（図示せず）に送出される。そして、再生器にて昇温された圧縮空気は戻し管33を介して給気室28に供給され、燃焼器ライナ6を冷却した後、燃焼に供されるように構成されている。

【0006】 従来、再生サイクルのガスタービンプラントでは、上述のように、①圧縮空気の全量を再生器にて昇温しプラント効率の向上を図る、②再生器上流および下流から抽気、混合した圧縮空気でガスタービン冷却対象の冷却を行いつつプラント効率向上を図る、③圧縮空気全量を使用して燃焼器尾筒8および中間尾筒7の冷却を行ないつつプラント効率向上を図る、という手法を用いている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 再生サイクルのガスタービンに用いる燃焼器においても、プラント効率向上の観点から、再生器出口温度、すなわち燃焼器入口空気温度を高温にすることが望まれている。しかしながら、燃焼器ライナ6に関しては従来より燃焼器入口空気で冷却する構造を採用していたため、再生器にて昇温された高温空気を使用して燃焼器ライナ6の温度を低く抑えることは困難であった。

【0008】 また、最近では、高温化のほかにも、NO_xの生成を抑制するために、予混合燃焼方式を用いる燃焼器も提案されているが、予混合燃焼方式では、予混合部の温度が高くなると燃料が自己着火することも考えられる。

【0009】 本発明はこのような点に鑑み、再生器を用いたガスタービンプラントの効率を向上しつつ、燃焼器の燃焼器ライナ温度および予混合部を低温に保つ構造であるガスタービンプラントを提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】 上記の課題を解決するために、本発明においては、空気を吸入し圧縮する圧縮機と、圧縮機により得られた圧縮空気を導き燃料と共に燃焼し高温ガスを得る燃焼器と、高温ガスの流れによって駆動されるタービンとを備えるガスタービンであって、圧縮空気を燃焼器へ導く前にタービンからの排気ガスと熱交換することで、燃焼器へ供給する圧縮空気の温度を上昇させる再生器とを備えた再生サイクルのガスタービンプラントにおいて、前記燃焼器は、ケーシングと、前記ケーシング内に順に接続されて設けられた、燃料供給部、燃焼器ライナ、および燃焼器尾筒を有し、前記ケーシングと、前記燃料供給部、前記燃焼器ライナおよび前記燃焼器尾筒との間に形成される空間に、前記燃焼器尾筒および前記燃焼器ライナの冷却のための通路を備え、この通路に前記圧縮機に吸入された空気のうち少なくとも一部が導かれ、前記燃焼器ライナおよび前記燃焼器尾筒を冷却し、その後前記燃焼用空気として燃焼に供されることを特徴としている。これにより、再生器に導入される前の比較的低温の空気や、圧縮機途中段より抽気した低温の空気を用いて、燃焼器ライナや燃料・空気予混合部などを効率よく冷却でき、特に予混合燃焼方式を採用した燃焼器においては、予混合部での予混合気の自

己着火を防止することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の第1の実施の形態を図1を用いて示す。図1は、本発明の第1の実施の形態に係るガスタービン燃焼器とこれを組み込んだ再生サイクルのガスタービンプラントを示した図である。

【0012】ガスタービンプラントは、圧縮機1、タービン2、燃焼器3、および再生器4を主たる構成要件とする。燃焼器3は、燃焼室を形成する燃焼器ライナ11と、燃焼器ライナ11の頭部側に設置された燃料供給部25と、燃焼器尾筒17と、これらを収納するケーシング12を有している。燃焼器ライナ11は燃料供給部25から供給された燃料70を燃焼させ、高温ガス55を発生させる。燃焼器尾筒17は高温ガス55をタービン2へ供給するダクトの機能を有する。燃焼器ライナ11内で発生した高温ガス55は、燃焼器尾筒17を通過し、タービン2へと導かれ、タービン2を駆動することでその出力を発生させる。

【0013】燃焼器ライナ11と燃焼器尾筒17との間には、図示しないばねを用いた変形可能なシール部材を挿入されており、これにより燃焼器ライナ11と燃焼器尾筒17は接続されている。また、ケーシング12内は燃焼器ライナ11と燃料供給部25の接続部近傍に設けた隔壁13によって分けられている。

【0014】燃焼器尾筒17と燃焼器ライナ11の周囲には、これらの壁面と適切な間隔を保ち、尾筒スリーブ18とライナスリーブ19が設けられている。これにより、燃焼器尾筒17と燃焼器ライナ11の周囲には環状通路が構成されている。そして、両スリーブ18、19に複数個設けられた空気導入孔20より上記環状通路に冷却用空気52が導かれ、燃焼器尾筒17、燃焼器ライナ11をインピンジメント冷却により冷却しながら高速で流れる。

【0015】冷却用空気52としては、図1では圧縮機1の最終段からの圧縮空気51の一部を用い、残部は再生用空気53として直接に再生器4へと導かれる。なお、冷却用空気52としては圧縮機1の途中段より抽気した空気を用いてもよい。このときは、圧縮機1の最終段からの圧縮空気51はそのまま再生用空気53となり再生器4へと導かれる。また、圧縮機1の最終段からの圧縮空気51の全量を冷却用空気52として用いてもよい。

【0016】燃焼器ライナ11および燃焼器尾筒17冷却方法に関しては、図1では、インピンジメント冷却を行っているが、特にこの構成に限定するものではない。すなわち、図1において空気導入孔20を設けず、尾筒スリーブ18と燃焼器尾筒17間の高温ガス55出口側の端部を開口する構成にしてもよい。この場合、冷却用空気52は、尾筒スリーブ18端部の開口部より環状通路内へと流入して高速で流れ、フィルム冷却により燃焼器尾筒17および燃焼器ライナ11を冷却する。

【0017】燃焼器尾筒17、燃焼器ライナ11を冷却した空気は、隔壁13により燃料供給部25側に流れることなく

抽気管21に導かれ、ケーシング12外へ流出し、再生器4へと導かれる。ここで、図1に示したように圧縮機最終段からの圧縮空気51の一部を冷却用空気52として用いる場合、抽気管21より流出した空気は、圧縮機最終段からの圧縮空気51のうち冷却用空気52として用いられなかった再生用空気53と混合される。

【0018】その後、この混合された空気は再生器4に導かれ、ガスタービン排気56と熱交換を行い、燃焼用空気54として給気管22を通り再びケーシング12内に導かれる。

【0019】図1では上記のように構成しているが、隔壁13と抽気管21を設けずに、圧縮空気51の一部を冷却用空気52として環状通路内に導き、燃焼器尾筒17、燃焼器ライナ11を冷却した後に、そのまま燃焼用空気として用いるように構成してもよい。

【0020】この場合、圧縮機最終段からの圧縮空気51のうち冷却用空気52として用いられない再生用空気53が直接に再生器4へと導かれ、再生器4にてガスタービン排気56と熱交換を行い、給気管22を通り燃焼器3内へと戻される。そして、燃焼器尾筒17、燃焼器ライナ11を冷却した後の冷却用空気52と混合され、燃焼に用いられる。

【0021】これらの構成により、燃焼器ライナ11および燃焼器尾筒17を、再生器4を通過した燃焼用空気54よりも低温度の空気52で冷却することができるので、ガスタービン入口空気の温度が高い再生サイクルのガスタービン燃焼器においても、効果的な冷却が図れる。

【0022】次に本発明の第2の実施の形態について、図2を用いて示す。図2は本発明の第2の実施の形態に係るガスタービン燃焼器とこれを組み込んだ再生サイクルのガスタービンプラントを示した図である。なお、図1と同等な部分に関しては、図1と同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0023】図2に示した第2の実施の形態においては、燃焼時のNOxの生成を抑制するために、空気と燃料を予め混合して高温燃焼領域を抑えた予混合燃焼方式を用いた燃焼器を採用している。すなわち、燃料供給部25には、予混合用燃料71が供給され、燃料供給部25内に設けられた燃料・空気予混合部30においてスワラ14を通過した燃焼用空気54と混合される。予混合燃焼は燃焼範囲が狭いため、燃焼の安定を図るために、パイロット用燃料72を別途燃料供給部25に供給する。このパイロット用燃料72はそのまま燃焼器ライナ11へ導かれ、拡散燃焼に用いられる。

【0024】燃料と空気を予混合する場合、温度が高いと予混合段階で自己着火が生じ、燃焼器に不具合を生じることとなる。そこで、本実施の形態においては、予混合段階での自己着火を防止するために燃料・空気予混合部30の冷却を図ったものである。

【0025】圧縮機1の最終段からの圧縮空気51は、冷却用空気52と再生用空気53に分けられ、再生用空気53

は、直接再生器4へと導かれる。

【0026】ケーシング12とこのケーシング12内に一体に納められた燃料供給部25、燃焼器ライナ11、燃焼器尾筒17との間の空間は、燃料供給部25の端部近傍に設けられた隔壁15と燃焼器ライナ11と燃料供給部25の接続部近傍に設けられた隔壁13により、給気室28と燃料供給部25の周囲の空間と燃焼器ライナ11および燃焼器尾筒17の周囲の空間の3つの空間に分けられている。

【0027】冷却用空気52は、燃焼器尾筒17および燃焼器ライナ11を冷却する燃焼器冷却用空気60と燃料・空気予混合部を冷却する予混合部冷却用空気61に分けられる。燃焼器冷却用空気60は、尾筒スリーブ18とライナスリーブ19により燃焼器尾筒17、燃焼器ライナ11との間に構成された環状通路に導かれ、燃焼器尾筒17、燃焼器ライナ11をインピンジメント冷却により冷却しながら高速で流れる。

【0028】また、ここでも、図2に示したインピンジメント冷却のほか、ライナスリーブ19および尾筒スリーブ18に空気導入孔20を設けず、尾筒スリーブ18と燃焼器尾筒17の高温ガス55出口側端部を開口する構成とすることもできる。この場合、燃焼器冷却用空気61は尾筒スリーブ18端部の開口部より環状通路内へ流入して高速で流れ、フィルム冷却により燃焼器尾筒17および燃焼器ライナ11を冷却する。

【0029】予混合部冷却用空気61は、冷却空気導入管24より燃料・空気予混合部30を含む燃料供給部25の周囲に導かれ、燃料・空気予混合部30を冷却する。本実施の形態では、構造の簡素化のために、燃料供給部25の周囲を冷却することで燃料・空気予混合部30の冷却を図っているが、燃料供給部25内の燃料・空気予混合部の周囲に予混合部冷却用空気61の通路を設けることにより、より効果的に燃料・空気予混合部の冷却を図ることもできる。

【0030】冷却用空気52としては、図2では圧縮機1の最終段からの圧縮空気51の一部を用いているが、圧縮機1の途中段より抽気した空気を用いてもよい。このときは、圧縮機1の最終段からの圧縮空気51はそのまま再生用空気53となり再生器4へと導かれる。また、圧縮機1の最終段からの圧縮空気51の全量を冷却用空気52として用いてもよいし、燃焼器冷却用空気60若しくは予混合部冷却用空気61のいずれか一方を圧縮機1の最終段からの圧縮空気51の全量又は一部を用い、他方を圧縮機1の途中段より抽気した空気を用いるように構成することもできる。

【0031】燃焼器尾筒17、燃焼器ライナ11を冷却した燃焼器冷却用空気60と、燃料・空気予混合部30を冷却した予混合部冷却用空気61はそれぞれ抽気管21、23を通過し、ケーシング12外へ流出し、再生器4へと導かれる。ここで、図2に示したように、圧縮空気51の一部を冷却用空気として用いる場合、抽気管21、23を通過してケー

シング外に流出した空気は、圧縮空気51のうち冷却用空気52として用いられなかった再生用空気53と混合される。

【0032】その後、この混合された空気は再生器4でガスタービン排気56と熱交換を行ない、給気管22を通り、再びケーシング12内に導かれる。そして、予混合用燃料71、パイロット用燃料72を燃焼させることで、高温ガス55を発生させる。この高温ガス55が燃焼器尾筒17を通過し、タービン2へと導かれ、タービン2を駆動することにより、その出力を発生させる。

【0033】図2では隔壁13、15により、ケーシング12と、燃料・空気予混合部30および燃焼器ライナ11との空間を3つの空間に分離しているが、隔壁13と抽気管21を設けずに隔壁15のみを設置し、燃焼器尾筒17、燃焼器ライナ11および燃料・空気予混合部30を同一の冷却空気52で冷却するように構成してもよい。

【0034】また、さらに隔壁15と抽気管23も設けずに、圧縮空気51の一部を環状通路内に導き、燃焼器尾筒17、燃焼器ライナ11および燃料・空気予混合部30を冷却した後に、再生器を通過した再生用空気53と共にそのまま燃焼用空気として用いるように構成してもよい。

【0035】これらの構成により、予混合燃焼法式を採用した再生サイクルのガスタービン燃焼器においても、燃焼器ライナ11、燃焼器尾筒17、および燃料・空気予混合部30を、再生器4を通過した燃焼用空気54よりも低温度の空気52で冷却することができるので、ガスタービン入口空気の温度が高い再生サイクルのガスタービン燃焼器においても、効果的な冷却が図れ、特に燃料・空気予混合部における燃料の自己着火を防止できる。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明を用いることにより、再生サイクルのガスタービンにおいて、燃焼用空気が高温化しても、燃焼器ライナ、燃焼器尾筒、燃料・空気予混合部等の高温部を効果的に冷却することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態を示す、再生ガスタービンプラントの構成図

【図2】本発明の第2の実施形態を示す、再生ガスタービンプラントの構成図

【図3】従来の再生ガスタービン燃焼器の断面図

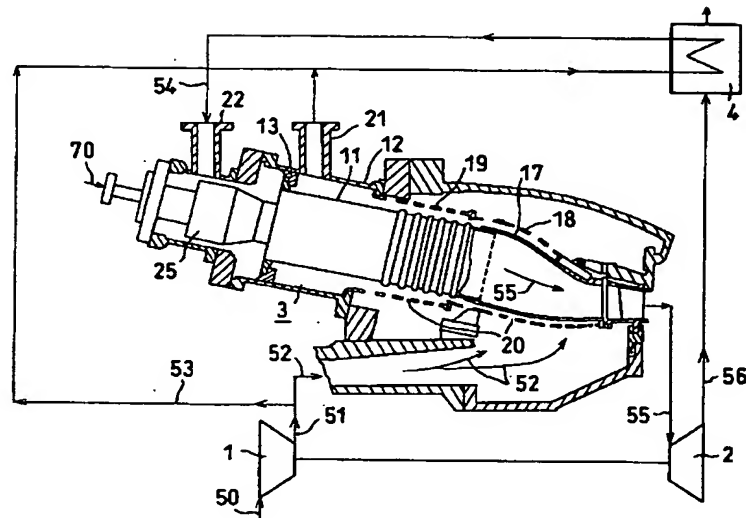
【符号の説明】

- 1…圧縮機
- 2…タービン
- 3…燃焼器
- 4…再生器
- 6…燃焼器ライナ
- 7…中間尾筒
- 8…燃焼器尾筒
- 11…燃焼器ライナ

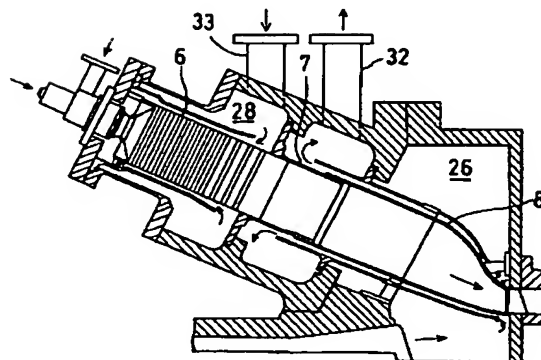
12…ケーシング
 13, 15…隔壁
 14…スワラ
 17…燃焼器尾筒
 18…尾筒スリーブ
 19…ライナスリーブ
 20…空気導入孔
 21, 23…抽気管
 22…給気管
 24…冷却空気導入管
 25…燃料供給部
 26…室
 28…給気室
 30…燃料・空気予混合部

32…送気管
 33…戻し管
 50…大気
 51…圧縮空気
 52…冷却用空気
 53…再生用空気
 54…燃焼用空気
 55…高温ガス
 56…ガスタービン排気
 60…燃焼器冷却用空気
 61…予混合部冷却用空気
 70…燃料
 71…予混合用燃料
 72…パイロット用燃料

【図1】



【図3】



【図2】

